

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 33 032.8

**Anmeldetag:** 20. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG,  
Dahlewitz/DE

**Bezeichnung:** Strömungsarbeitsmaschine mit integriertem  
Fluidzirkulationssystem

**IPC:** F 04 D 29/68

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Weihmayr

Rolls-Royce Deutschland Ltd.  
& Co. KG  
Eschenweg 11  
15827 Dahlewitz

RRD020702PDE-3/bs  
19. Juli 2002

---

**Strömungsarbeitsmaschine mit integriertem  
Fluidzirkulationssystem**

---

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Strömungsarbeitsmaschine mit einem integrierten Fluidzirkulationssystem.

Die aerodynamische Belastbarkeit von Bauelementen einer Strömungsarbeitsmaschine, beispielsweise Bläsern, Verdichtern, Pumpen und Ventilatoren, wird durch das Wachstum und die Ablösung der Profilgrenzschichten an den Schaufeloberflächen und den Seitenwandgrenzschichten, die auf der Nabe und an dem Gehäuse ausgebildet sind, begrenzt. Die Belastung kann über die übliche Grenze hinaus erhöht werden, wenn die Strömung durch Entfernung der Grenzschichten oder durch Einblasung energiereichen Fluids beeinflusst und stabilisiert wird.

Der Stand der Technik zeigt für Bläser, Verdichter, Pumpen und Ventilatoren nur bedingt Konzepte zur internen Führung des an ausgewählten Stellen abgesaugten Fluids und dessen Wiederaufführung in den Hauptströmungspfad.

In den meisten Fällen zeigt der Stand der Technik Lösungen, bei denen eine abgesaugte Fluidmenge entweder unter Ausnutzung eines bestehenden Druckgefälles oder mit Hilfe einer externen Pumpe dauerhaft vom Hauptströmungspfad des Fluids entfernt wird.

Es sind auch einzelne Lösungen bekannt, bei denen eine kontinuierliche Fluidzirkulation lediglich an einer einzelnen Schaufel, beispielsweise einer Rotorschaukel, erfolgt, an welche Fluid von der Oberfläche abgesaugt und an der selben Schaufel im Blattspitzenbereich wieder eingeblasen wird.

Andere aus dem Stand der Technik bekannte Konzepte sehen eine nicht-kontinuierliche Rezirkulation des Fluids von den hinteren Stufen zu den vorderen Stufen des Verdichters vor, um die Stufenverstimmung bei Teillastbetrieb zu beeinflussen. In diesen Fällen beschränkt sich doch der Austausch von Fluid auf die zwischen den Schaufelreihen der Strömungsarbeitsmaschine liegenden Axialspalten.

Eine Absaugung an Rotoren und Statoren und eine Ableitung des Fluids an einen Ort außerhalb der Hauptströmungspfade der Strömungsarbeitsmaschine zeigen die US 2,720,356 und US 5,904,470 sowie die EP 1 013 937 A2.

Aus der US 5,480,284 ist eine kontinuierliche Fluidzirkulation innerhalb einzelner Rotorstufen vorbekannt.

Die aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen zeichnen sich durch eine Reihe erheblicher Nachteile aus.

Sämtliche existierenden Konzepte, die durch Grenzschichtabsaugung oder Fluideinblasung eine zusätzliche Stabilisierung der Strömung in der Strömungsarbeitsmaschine erreichen wollen, lassen den Aspekt einer effektiven Zirkulation der Sekundärfluidmengen zwischen den Oberflächen unterschiedlicher Schaufelreihen der Strömungsarbeitsmaschine unberücksichtigt. Im Falle von Absaugung wird das Fluid dauerhaft vom Hauptströmungspfad der Strömungsarbeitsmaschine entfernt. Dies führt zu einem Verlust an Masse, welcher bereits in vorangegangenen Stufen der Strömungsarbeitsmaschine Energie zugeführt wurde. In manchen bekannten Konstruktionen wird eine Hilfspumpe zur Abführung des Fluids verwendet. Dies erfordert einen weiteren, zusätzlichen Energieaufwand. Sowohl der zusätzliche Pumpeneinsatz als auch der Verlust an Massenstrom in der

Strömungsarbeitsmaschine stellt innerhalb eines Gesamtsystems einen Wirkungsgradverlust im thermodynamischen Prozess dar.

Derartige Gesamtsysteme können beispielsweise Gasturbinen, Flugzeugtriebwerke, Kraftwerksanlagen oder Ähnliches sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Strömungsarbeitsmaschine zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau und kostengünstiger Herstellbarkeit unter Vermeidung der Nachteile des Standes der Technik eine hohe aerodynamische Belastbarkeit aufweist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Hauptanspruchs gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Strömungsarbeitsmaschinen, wie Bläser, Verdichter, Pumpen und Ventilatoren in axialer, halbaxialer oder radialer Bauart mit gasförmigem oder flüssigem Arbeitsmedium (Fluid). Die Strömungsarbeitsmaschine besteht aus einer oder mehreren Stufen. Jede Stufe umfasst einen Rotor und einen Stator. Der Rotor besteht dabei aus einer Anzahl von Schaufeln, die mit der rotierenden Welle der Strömungsarbeitsmaschine verbunden sind und Energie an das Arbeitsmedium abgeben. Der Rotor kann mit oder ohne Deckband am äußeren Schaufelende ausgeführt sein. Der Stator wiederum besteht aus einer Anzahl feststehender Schaufeln, die entweder an beiden Enden mit Deckband oder nabenseitig mit freiem Schaufelende ausgeführt sein können. Die Strömungsarbeitsmaschine ist weiterhin von einem Gehäuse umgeben, sie kann einen Stator vor dem ersten Rotor aufweisen (Vorleitrad). Alternativ hierzu kann mindestens ein Stator oder Vorleitrad drehbar

gelagert sein und zur Verstellung eine von außerhalb des Gehäuses zugängliche Spindel aufweisen.

Erfindungsgemäß ist somit zumindest eine Einrichtung zur Absaugung von Fluid aus dem Strömungspfad der Strömungsarbeitsmaschine sowie mindestens eine Leitung zur Rückführung des abgesaugten Fluids zu einer stromaufgelegenen Position des Strömungspfades vorgesehen.

Zentraler Gegenstand der Erfindung ist somit ein integriertes System zur kontinuierlichen Fluidzirkulation, welches sich grundsätzlich von den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen unterscheidet.

Im Stand der Technik existieren keine Konzepte für eine systematische Zirkulation und Wiederverwendung von abgesaugten Fluidmengen in ein- oder mehrstufigen Strömungsarbeitsmaschinen. Der Stand der Technik zeigt insbesondere keine Lösungen für eine Führung eines sekundären Fluidstroms von einer Schaufeloberfläche aus einer bestimmten Schaufelreihe hin zu einer Schaufeloberfläche einer weiter stromaufgelegenen Schaufelreihe.

Weiterhin ist aus dem Stand der Technik keine Lösung bekannt, welche die Energetisierung impulsarmer Strömungszonen in einer bestimmten Schaufelreihe durch gezielte Wiederverwendung von an anderer Stelle abgesaugtem Grenzschichtmaterial erreicht. Die vorbekannten Lösungen sehen, wenn überhaupt, die Einblasung fremden Fluids mit Hilfe einer zusätzlichen Pumpe vor.

Weiterhin ist aus dem Stand der Technik keinerlei Lösung bekannt, die, wie bei der vorliegenden Erfindung, eine syste-

matische Wiederholung eines Zirkulationsschemas in einer mehrstufigen Strömungsarbeitsmaschine vorsieht.

Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass die Einrichtung zur Absaugung von Fluid an den schaufelkanalbegrenzenden Oberflächen der Strömungsarbeitsmaschine ausgebildet ist.

Bevorzugterweise ist erfindungsgemäß die Einrichtung zur Absaugung an zumindest einer Schaufel von mindestens einer Stator- oder Rotorreihe von Schaufeln ausgebildet und so ausgestaltet, dass sie über zumindest eine Leitung an eine Stelle des Strömungspfads an mindestens einer Schaufel einer Stator- oder Rotorreihe mündet.

Die erfindungsgemäß vorgesehenen Leitungen können entweder eine freie Strömung des Fluids ermöglichen oder mit einem Drosselorgan versehen sein.

Weiterhin kann es günstig sein, wenn die Leitung zur Sammlung von abgesaugten Fluidmengen von einzelnen Schaufeln der Strömungsarbeitsmaschine mit einer Abfuhrkammer versehen ist, in welche die einzelnen Leitungen münden bzw. von welcher die oder die mehreren Leitungen ausgehen. In gleicher Weise kann eine Zufuhrkammer vorgesehen sein. Sowohl die Abfuhrkammer als auch die Zufuhrkammer dienen einer Vergleichmäßigung der Fluidströmung sowie einem entsprechenden, gegebenenfalls erforderlichen Druckausgleich.

In einer besonders günstigen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest eine Schaufel sowohl mit der Einrichtung zur Absaugung von Fluid als auch mit der Leitung zur Rückführung von Fluid versehen ist. Es ist somit möglich, an der Schaufel Fluid, welches an einem stromab gele-



genen Ort entnommen wurde, rückzuführen und in den Strömungsweg einzubringen und gleichzeitig Fluid an der Schaufel abzuführen und an einen anderen, stromaufwärts gelegenen Ort zu leiten.

Eine derartige Schaufel kann so weitergebildet sein, dass sie mit einer Einrichtung zur variablen Steuerung der Fluid-Strömungsquerschnitte sowohl zur Absaugung als auch zur Rückführung von Fluid versehen ist.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen,

Fig. 2 Definitionen zum Verständnis der Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Lösungskonzeptes,

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fluidzirkulationssystems,

Fig. 5 ein alternatives Ausführungsbeispiel, analog Fig. 4,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel mit variabler Schaufelgestaltung,

Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fluidzirkulationssystems, und

Fig. 8 eine Abwandlung des in Fig. 7 gezeigten Fluidzirkulationssystems.

Die Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen. Dabei ist ersichtlich, dass mittels Hilfspumpen 3 ein Abblasen von Fluid entweder von einem Rotor oder einem Stator (Rotorschaukel oder Statorschaukel) weg von der Strömungsarbeitsmaschine erfolgt. Die Hilfspumpe 3 ist dabei optional. Weiterhin ist es bekannt, fremdes Fluid mittels einer Hilfspumpe beispielsweise einem Stator zuzuführen.

Weitere Lösungen beschreiben die Rezirkulation von Fluid zwischen den Axialspalten, so wie sie schematisch in Fig. 1 dargestellt ist.

Die Fig. 2 zeigt Definitionen des erfindungsgemäß verwendeten Begriffs „schaufelkanalbegrenzende Oberflächen“. Dabei ist, wie sich aus der Beschriftung der Fig. 2 ergibt, eine unterschiedliche Anordnung und Dimensionierung der einzelnen Bereiche vorgesehen.

Die Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Konzeptes mit einer kontinuierlichen Fluidzirkulation. Dabei ist ersichtlich, dass sich Rotoren 1 und Statoren 2 jeweils alternierend abwechseln. Mittels einer schematisch dargestellten Leitung 4 ist es jeweils möglich, Fluid abzusaugen oder abzuführen und an einen Ort stromauf des Strömungspfad der Strömungsarbeitsmaschine zu leiten, um es dort wieder zuzuführen. Die Ableitung kann entweder an einem Stator oder einem Rotor (bzw. an einer jeweiligen Schaukel derselben) erfolgen, während die Zuleitung entweder an einem Rotor oder einem Stator erfolgen kann (bzw. das Fluid durch im Einzelnen nicht dargestellte Ausnehmungen von

Schaufeln des Rotors bzw. des Stators austritt). Wie die Fig. 3 zeigt, kann die Leitung 4 entweder Statoren oder Rotoren miteinander verbinden, es ist jedoch auch möglich, Fluid von einem Stator zu entnehmen und einem Rotor zuzuführen oder von einem Rotor zu entnehmen und einem Stator zuzuführen.

Alternativ hierzu ist es auch möglich, in der Leitung 4 ein Drosselorgan 5 vorzusehen, welches gegebenenfalls variabel verstellbar ist, um die erfindungsgemäße Ausgestaltung an unterschiedliche Betriebsbedingungen der Strömungsarbeitsmaschine anpassen zu können.

Erfindungsgemäß erfolgt somit die Absaugung von Fluid aus dem Strömungspfad der Strömungsarbeitsmaschine durch schaufelkanalbegrenzende Oberflächen an mindestens einer Schaufel, mindestens einer Stator- oder Rotorreihe 1, 2 verbunden mit einer Sammlung und Führung des Fluids zu mindestens einer weiter stromauf gelegenen Schaufelreihe, verbunden mit einer Einblasung von Fluid mit in den Strömungspfad der Strömungsarbeitsmaschine durch schaufelkanalbegrenzende Oberflächen an mindestens einer Schaufel einer Stator- oder Rotorreihe 1 bzw. 2. Es erfolgt die Überführung des Fluids von der Absaugstelle zur Einblasstelle mittels der Leitung 4 bei freiem Leitungs-/Kammerströmungs-Querschnitt oder aber in restringierter Weise über ein optional modulierbares Drosselorgan 5 im Überführungsweg bzw. in der Leitung 4.

Schaufelkanalbegrenzende Oberflächen im Sinne der vorliegenden Erfindung sind, wie in Fig. 2 dargestellt, alle Oberflächen einer Schaufel selbst (Saugseite, Druckseite, Vorderkante und Hinterkante), Oberflächen an Nabe und Gehäuse der Strömungsarbeitsmaschine mit einer Lage zwischen

der Vorder- und Hinterkantenebene der betrachteten Schaufelreihe, Oberflächen Nabe oder Gehäuse mit fester Verbindung zur Schaufel (Schaufelplattformen, Deckbänder, Blisk- oder Bling-Konfigurationen) zwischen einem Ort 25 % der örtlichen meridionalen Schaufelsehnenlänge ( $C_{mG}$  bzw.  $C_{mN}$ ) vor der Vorderkante gelegen und der Vorderkante selbst.

Im Nachfolgenden wird auf die Ausführungsbeispiele der Fig. 4 und 5 eingegangen.

Die Fig. 4 zeigt eine an einem nicht weiter dargestellten Gehäuse der Strömungsarbeitsmaschine ausgebildete Fluid-Abfuhrkammer 6 mit beliebig wählbarer Formgebung, welche mit der Leitung 4 verbunden ist und mit mindestens einer Öffnung an schaufelkanalbegrenzenden Oberflächen mindestens einer Schaufel einer Statorreihe bzw. eines Stators 2 in Verbindung steht. Weiterhin ist aus Fig. 4 ersichtlich, dass die Leitung 4 im Bereich des Gehäuses ausgebildet ist und einen Überführungsweg bildet. Es ist zumindest eine Leitung 4 und/oder eine Abfuhrkammer 6 vorgesehen. Die Leitung 4 mündet in eine Fluid-Zufuhrkammer 7, welche hinsichtlich ihrer Dimensionierung und Formgebung entsprechend ausgestaltet werden kann und in Verbindung steht mit zumindest einer Öffnung einer schaufelkanalbegrenzenden Oberfläche mindestens einer Schaufel einer weiter stromauf befindlichen Statorreihe eines Stators 2.


Alternativ hierzu zeigt die Fig. 4 eine Ausgestaltungsvariante, bei welcher die Abfuhrkammer 6, die Leitung 4 sowie die Zufuhrkammer 7 einzelnen Schaufeln von Rotorblättern von Rotoren 1 zugeordnet sind (siehe untere Hälfte der Darstellung gemäß Fig. 4). Die Leitung 4 ist somit in dem Rotor oder der Nabe des Rotors ausgebildet.

Die Fig. 5 zeigt eine alternative Ausgestaltung, bei welcher eine in der Rotortrommel befindliche Fluid-Abfuhrkammer 6 wählbarer Formgebung in Verbindung steht mit mindestens einer Öffnung an einer schaufelkanalbegrenzenden Oberfläche mindestens einer Schaufel einer Statorreihe 2. Weiterhin ist ein in der Rotortrommel 1 befindlicher Überführungsweg (Leitung 4) aus mindestens einer Leitung und/oder einer Kammer wählbarer Formgebung vorgesehen, welche in Verbindung steht mit Fluid-Abfuhrkammer 6. In der Rotortrommel ist eine Fluid-Zufuhrkammer 7 wählbarer Formgebung ausgebildet, welche in Verbindung steht mit mindestens einer Öffnung an einer schaufelkanalbegrenzenden Oberfläche mindestens einer Schaufel einer weiter stromauf befindlichen Statorreihe 2.

Weiterhin zeigt die Fig. 5 eine alternative Ausgestaltung, bei welcher eine im Gehäuse befindliche Fluid-Abfuhrkammer 6 wählbarer Formgebung mit mindestens einer Öffnung an einer schaufelkanalbegrenzenden Oberfläche mindestens einer Schaufel einer Rotorreihe 1 in Verbindung steht. Im oder auch am Gehäuse ist ein Überführungsweg (Leitung 4) ausgebildet. Dieser umfasst, wie auch bei den anderen Ausführungsbeispielen, mindestens eine Leitung und/oder eine Kammer wählbarer Formgebung, die in Verbindung steht mit besagter Fluid-Abfuhrkammer 6. Weiterhin ist im Gehäuse eine Fluid-Zufuhrkammer 7 wählbarer Formgebung ausgebildet, welche in Verbindung steht mit mindestens einer Öffnung an schaufelkanalbegrenzenden Oberflächen mindestens einer Schaufel einer weiter stromauf befindlichen Rotorreihe 1.


Wie sich aus den vorstehenden Ausführungen ergibt, sind unterschiedlichste Ausgestaltungen und Zuordnungen der Fluid-Rückführung möglich. Entweder von Stator zu Stator oder von Rotor zu Rotor, wobei die Leitung 4 entweder im Gehäuse oder in der Rotortrommel (Nabe) ausgebildet sein kann.

Weiterhin ergibt sich, dass die Rückführung des Fluids auch Möglichkeiten einschließt, bei welchen das Fluid weiter als zur nächst folgenden Statorreihe oder Rotorreihe rückgeführt wird. Es sind somit beliebige Kombinationen im Rahmen der Erfindung möglich.



Die Fig. 7 zeigt eine Ausgestaltungsform, bei welcher eine bifunktionale Bauweise an mindestens einer Schaufel des Stators 2 vorgesehen ist. An dieser Schaufel erfolgt eine gleichzeitige Absaugung und Einblasung von Fluid. Es existieren somit parallel eine Abfuhrkammer 6 sowie eine Zufuhrkammer 7 an der selben Schaufel. Diese stehen in Verbindung mit mindestens einer Öffnung an schaufelkanalbegrenzenden Oberflächen. Die Öffnungen der Schaufel können in Form von Schlitz, Löchern, Langlöchern oder perforierten oder schwitzfähigen Oberflächenzonen ausgebildet sein.

Es ist somit möglich, an derselben Schaufel an unterschiedlichen Stellen entweder Fluid abzuführen oder zuzuführen.



Wie sich aus der Fig. 7 ergibt, ist es auch möglich, die Leitung 4 abzuzweigen, um Fluid entweder einem Stator 2 oder einem Rotor 1 zuzuführen.

Die Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einer variablen Statorschaufel eines Stators 2, die auch eine Vorleitschaufel sein kann. Diese weist die oben beschriebene bifunktionale Bauweise auf. Die Statorschaufel besteht aus einem profilierten Schaufelblatt und einer mit diesem verbundenen Spindel, die durch das Gehäuse der Strömungsarbeitsmaschine nach außen führt und dort die Anbindung an einen beliebigen Verstellmechanismus ermöglicht. Die Spindel 8 ist um ihre

eigene Achse drehbar am Gehäuse gelagert und besitzt einen beliebigen Verlauf ihres Durchmessers entlang ihrer Achse und die Spindel ist innen hohl und weist auf ihrer ganzen Länge oder Teilen ihrer Länge zwei nebeneinander oder ineinander liegende Kanäle mit loch- oder ringförmigem Querschnitt auf. Einer der besagten Kanäle der Spindel 8 dient der Fluidzufuhr zur Schaufel und besitzt zu diesem Zweck einen seitlichen oder kopfseitigen Einlass, der das Einströmen aus der Fluid-Zufuhrkammer 7 ermöglicht. Zur weiteren Fluidführung steht dieser Spindelkanal über mindestens einen Hohlraum im Schaufelinneren mit zumindest einer Öffnung an Oberflächen der variablen Statorschaufel in Verbindung.

Der andere der genannten Spindelkanäle steht über mindestens einen Hohlraum im Schaufelinneren mit mindestens einer Öffnung an Oberflächen der variablen Statorschaufel in Verbindung. Dieser Spindelkanal dient der Fluidabfuhr von der Schaufel und besitzt zu diesem Zweck einen seitlichen oder kopfseitigen Auslass, der das Ausströmen in die Fluid-Abfuhrkammer 6 ermöglicht. Die Lagerung der Spindel 8 im Gehäuse kann entweder direkt oder über mindestens eine Gleitbuchse erfolgen. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind insgesamt drei Lagerbuchsen vorgesehen.

Die Fig. 8 zeigt eine Kombination der vorgenannten Möglichkeiten, wobei insbesondere auch die Möglichkeit geschaffen wurde, die Leitung 4 mit Zufuhrkammern im Bereich der Statorschaufeln 2 sowie im Bereich der Radialspalte des Rotors 1 auszugestalten.

Wie sich aus den vorstehenden Erläuterungen ergibt, ermöglicht die erfindungsgemäße Strömungsarbeitsmaschine mit dem erfindungsgemäßen Fluidzirkulationssystem ein bisher

unerreichtes Maß an Grenzschichtbeeinflussung in Strömungsarbeitsmaschinen unterschiedlichster Ausgestaltung, wie etwa Bläsern, Verdichtern, Pumpen und Ventilatoren.

Das erfindungsgemäße Fluidzirkulationssystem arbeitet kontinuierlich aktiv und führt an allen Betriebspunkten der Strömungsarbeitsmaschine zu einer starken Erhöhung der aerodynamischen Belastbarkeit.

Weiterhin ergibt die erfindungsgemäße Ausgestaltung eine wesentlich knappere Dimensionierung der Strömungsarbeitsmaschine.

Das erfindungsgemäße Fluidzirkulationssystem ist selbsttreibend und erfordert somit keinen zusätzlichen Energieaufwand. Durch die vollständig modulintern ablaufende Zirkulation von Fluid wird ein Verlust von Fluid-Masse zwischen Ein- und Austritt der Strömungsarbeitsmaschine vermieden. Es wird somit eine hoch effektive Wiederverwendung des abgesaugten Fluids an anderer Stelle der Strömungsarbeitsmaschine ermöglicht.

Die Erfindung weist weiterhin den Vorteil auf, dass ein ausschließlicher Austausch von Fluid zwischen schaufelkanalbegrenzenden Flächen, also den Flächen, welche maßgeblich am Grenzschichtaufbau und an der Verlustentstehung beteiligt sind. Die systematische Wiederholung und das Ineinandergreifen eines oder mehrere Absaug-/Einblas-Schemata der erfindungsgemäßen Strömungsarbeitsmaschine ist Ursache für die Erzielung einer stark erhöhten aerodynamischen Belastbarkeit aller Schaufelreihen der Strömungsarbeitsmaschine (Statoren und Rotoren).



Je nach Variante und Ausgestaltung der Erfindung wird eine Erhöhung der Belastbarkeit der Strömungsarbeitsmaschine um den Faktor 1,5 bis 2,5 ermöglicht. Für ein gegebenes Druckverhältnis der Strömungsarbeitsmaschine lässt sich unter Beibehaltung oder Verbesserung des Wirkungsgrades von bis zu 2 % die Anzahl der verbauten Teile um etwa 50 % gegenüber einer konventionell gebauten Strömungsarbeitsmaschine senken. Hierdurch ist eine Kostenreduzierung um etwa 20 % möglich.

Bei Einsatz der erfindungsgemäßen Lösung im Verdichter eines Flugtriebwerkes von beispielsweise 25.000 Pfund Schub ergibt sich eine Reduzierung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs von bis zu 1 %.

Die Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ergeben sich im Rahmen der Erfindung vielfältige Abwandlungs- und Modifikationsmöglichkeiten.

Bezugszeichenliste:

- |   |              |
|---|--------------|
| 1 | Rotor        |
| 2 | Stator       |
| 3 | Hilfspumpe   |
| 4 | Leitung      |
| 5 | Drosselorgan |
| 6 | Abfuhrkammer |
| 7 | Zufuhrkammer |
| 8 | Spindel      |

### Patentansprüche

1. Strömungsarbeitsmaschine mit zumindest einem Rotor (1) und zumindest einem Stator (2), die von einem Fluid durchströmt werden, mit zumindest einer Einrichtung zur Absaugung von Fluid aus dem Strömungspfad der Strömungsarbeitsmaschine und zumindest einer Leitung (4) zur Rückführung des abgesaugten Fluids zu einer stromaufgelegenen Position des Strömungspfads.
2. Strömungsarbeitsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Absaugung an den schaufelkanalbegrenzenden Oberflächen der Strömungsarbeitsmaschine ausgebildet ist.
3. Strömungsarbeitsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Absaugung an mindestens einer Schaufel von mindestens einer Stator- oder Rotorreihe von Schaufeln ausgebildet ist und dass die zumindest eine Leitung (4) an einer Stelle des Strömungspfads an mindestens einer Schaufel einer Stator- oder Rotorreihe mündet.
4. Strömungsarbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Leitung (4) ein Drosselorgan (5) angeordnet ist.
5. Strömungsarbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (4) eine freie Strömung des Fluids ermöglicht.
6. Strömungsarbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (4) zur


Sammlung von abgesaugten Fluidmengen von einzelnen Schaufeln mit einer Abfuhrkammer (6) versehen ist.

7. Strömungsarbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitung (4) zur Sammlung von zuzuführenden Fluidmengen zu einzelnen Schaufeln mit einer Zufuhrkammer (7) versehen ist.
8. Strömungsarbeitsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Schaufel sowohl mit der Einrichtung zur Absaugung von Fluid als auch mit der Leitung (4) zur Rückführung von Fluid versehen ist.
9. Strömungsarbeitsmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufel mit einer Einrichtung zur variablen Steuerung des Fluid-Strömungsquerschnittes zur Absaugung bzw. Rückführung von Fluid versehen ist.

### **Zusammenfassung**

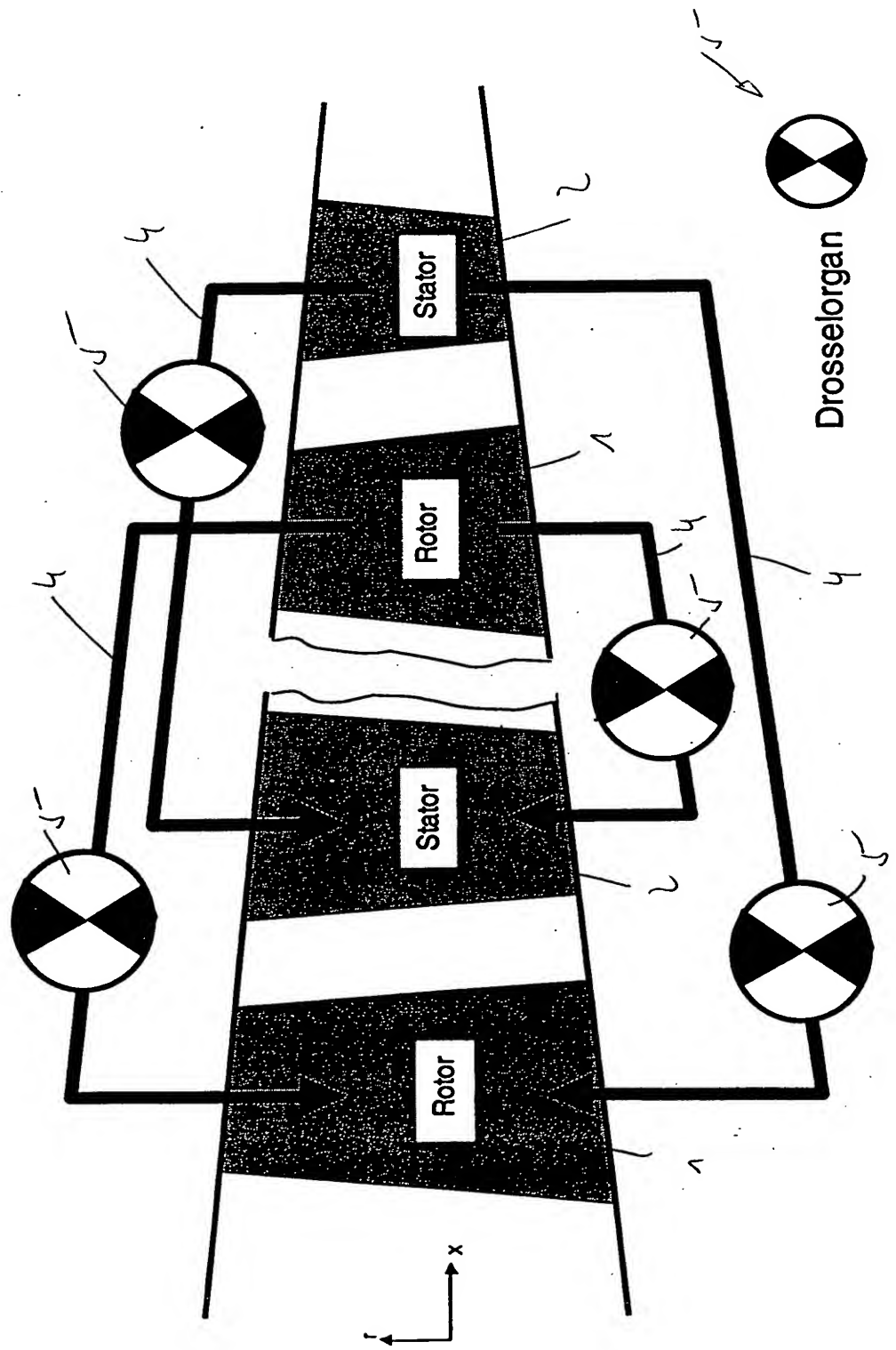
Die Erfindung bezieht sich auf eine Strömungsarbeitsmaschine mit zumindest einem Rotor 1 und zumindest einem Stator 2, die von einem Fluid durchströmt werden, mit zumindest einer Einrichtung zur Absaugung von Fluid aus dem Strömungspfad der Strömungsarbeitsmaschine und zumindest einer Leitung 4 zur Rückführung des abgesaugten Fluids zu einer stromauf gelegenen Position des Strömungspfads.

(Fig. 3)



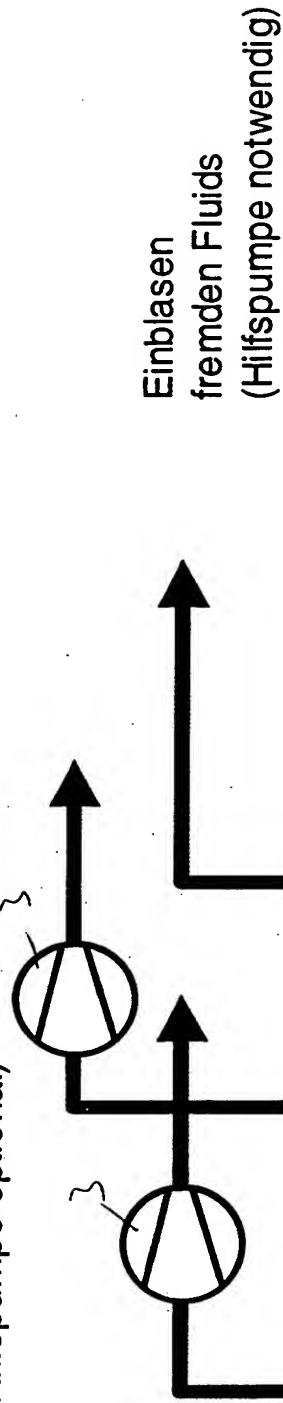
## Schematische Darstellung des Konzeptes der vorliegenden Erfindung

**Nutzung des Druckgefälles zum Absaugen und Wiedereinblasen  
(festes oder modulierbares Drosselorgan optional)**



# Schematische Zusammenfassung des Standes der Technik

Abblasen weg von der Strömungsmaschine  
(Hilfspumpe optional)



Rezirkulation zwischen Axialspalten

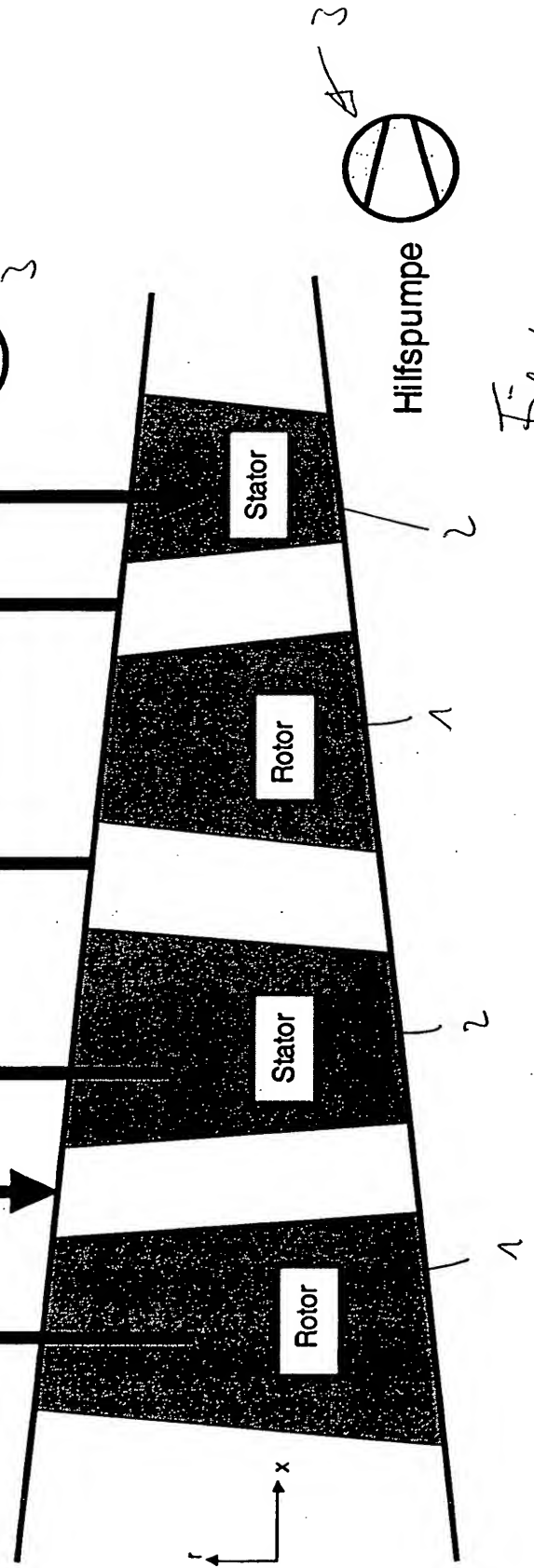
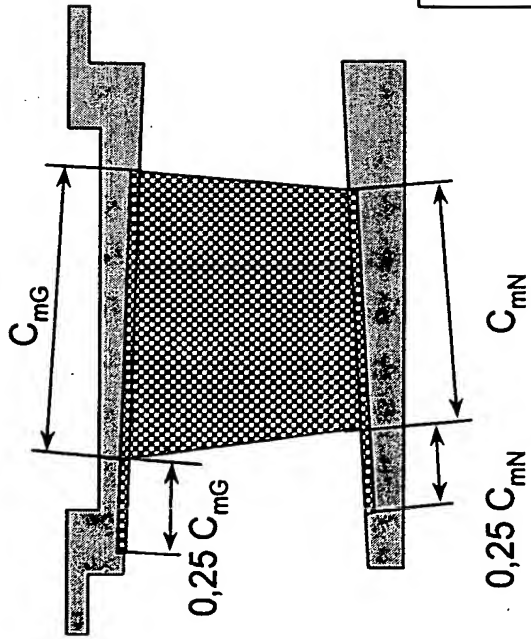


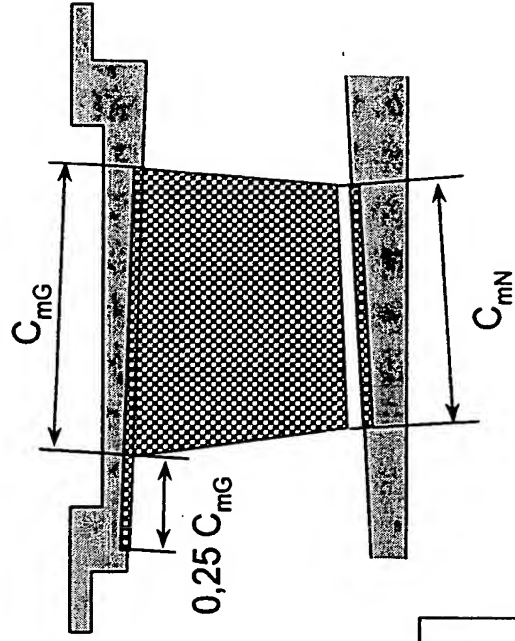
Fig. 1

Fig 2

Stator mit Plattform am Gehäuse  
und Deckband an der Nabe

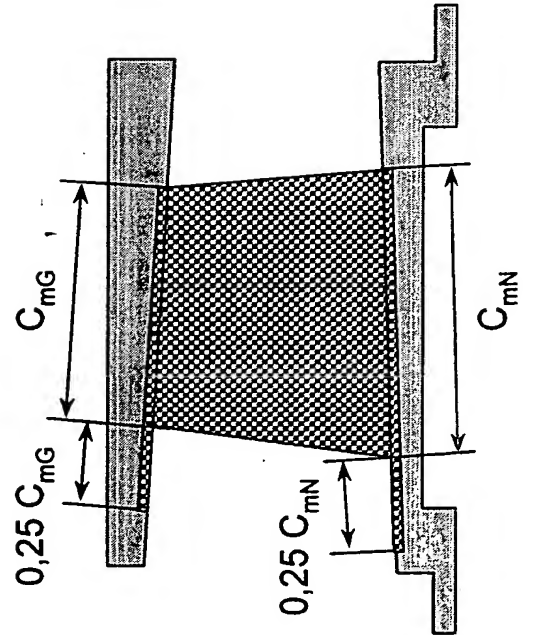


Stator mit Plattform am Gehäuse  
und Radialsplitt an der Nabe

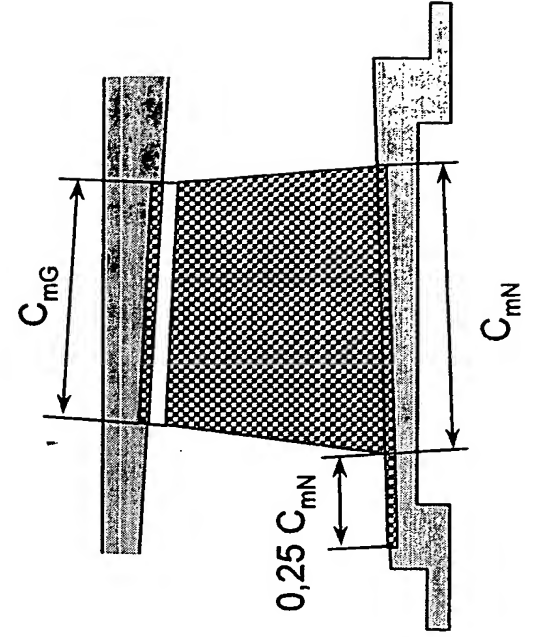



 schaufelkanal-  
begrenzende  
Oberflächen

Rotor mit Plattform an der Nabe  
und Deckband am Gehäuse



Rotor mit Plattform an der Nabe  
und Radialsplitt am Gehäuse





# Schematische Darstellung des Konzeptes der vorliegenden Erfindung

Nutzung des Druckgefälles zum Absaugen und Wiedereinblasen  
(festes oder modulierbares Drosselorgan optional)

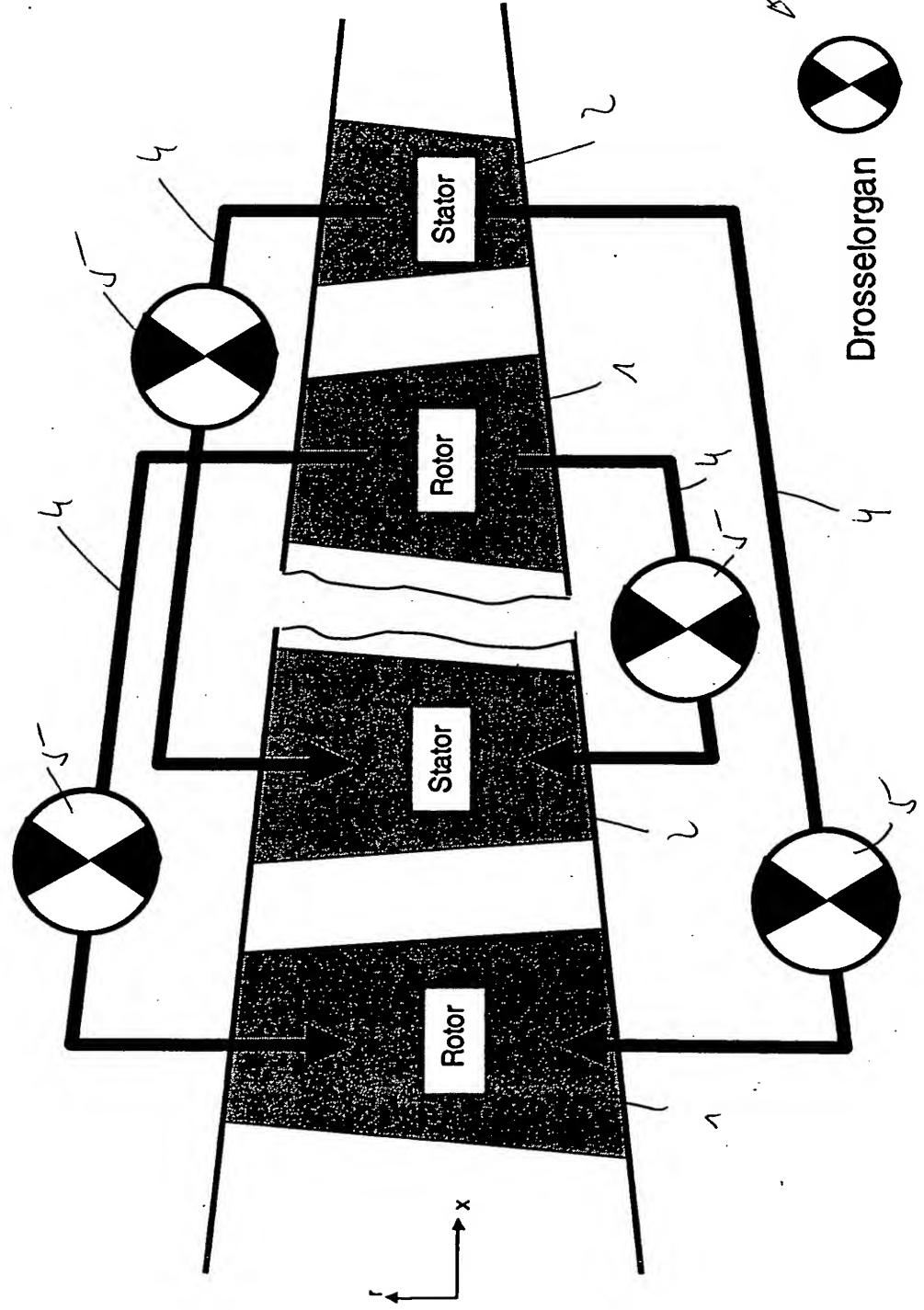


Fig. 3

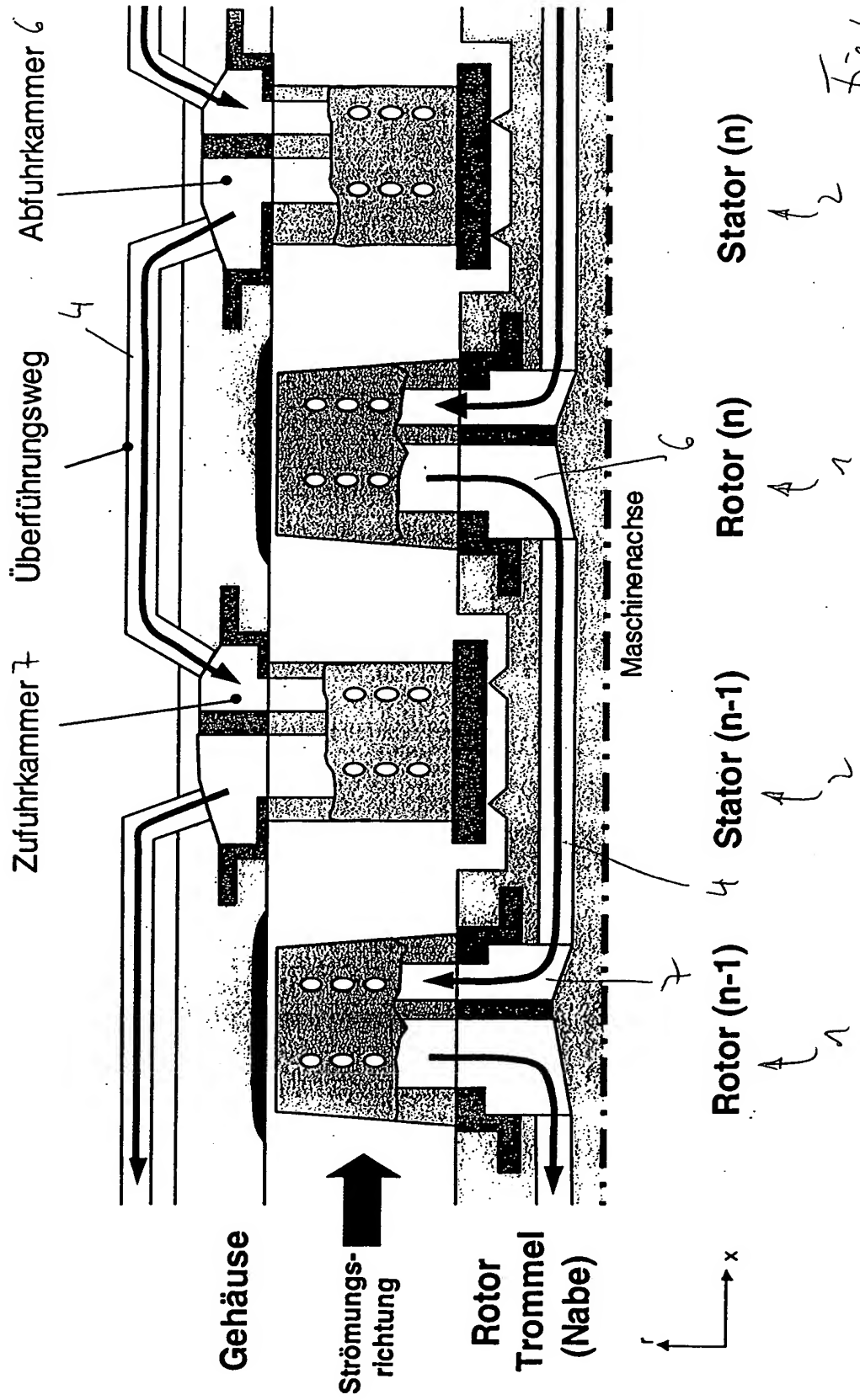
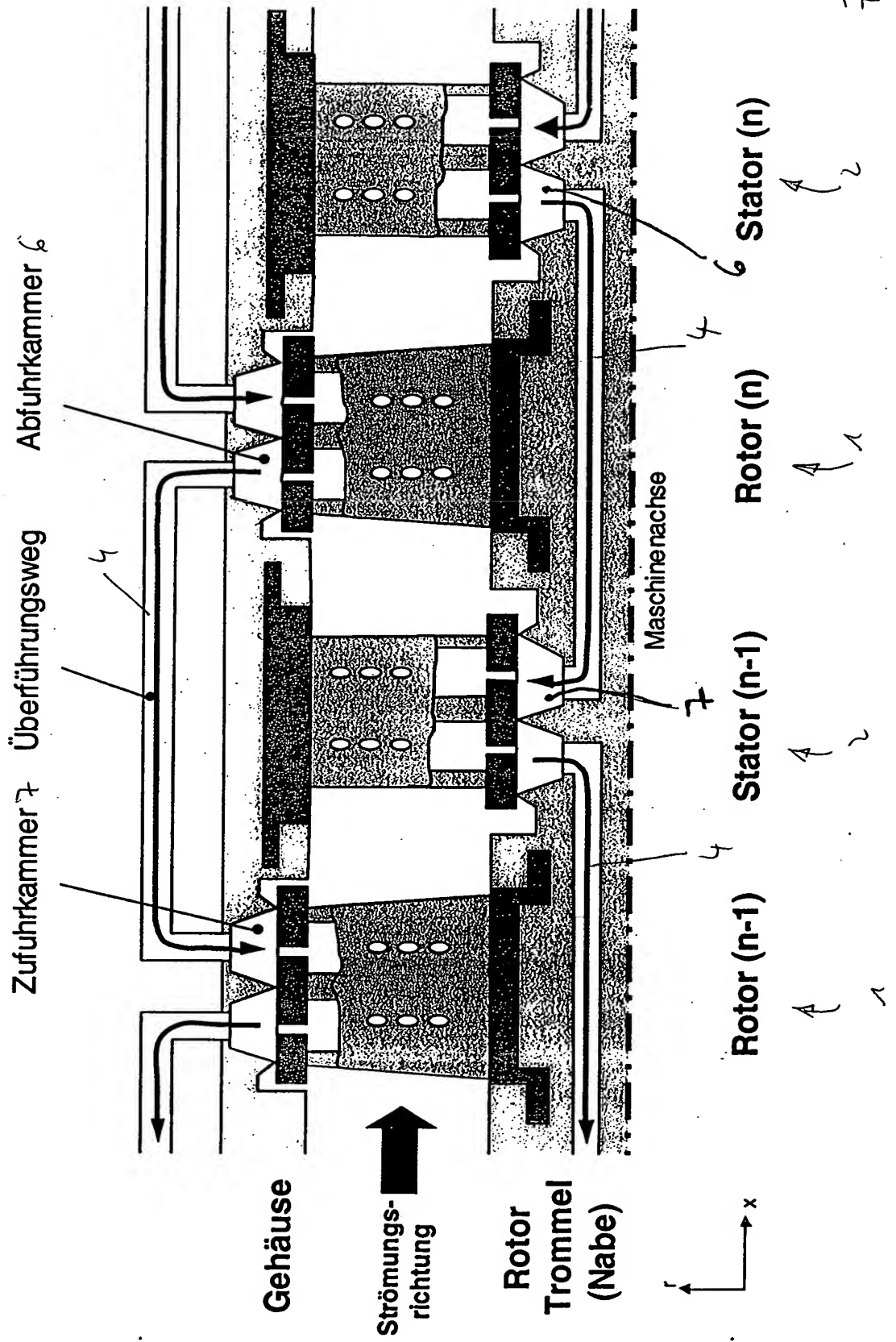


Fig. 4



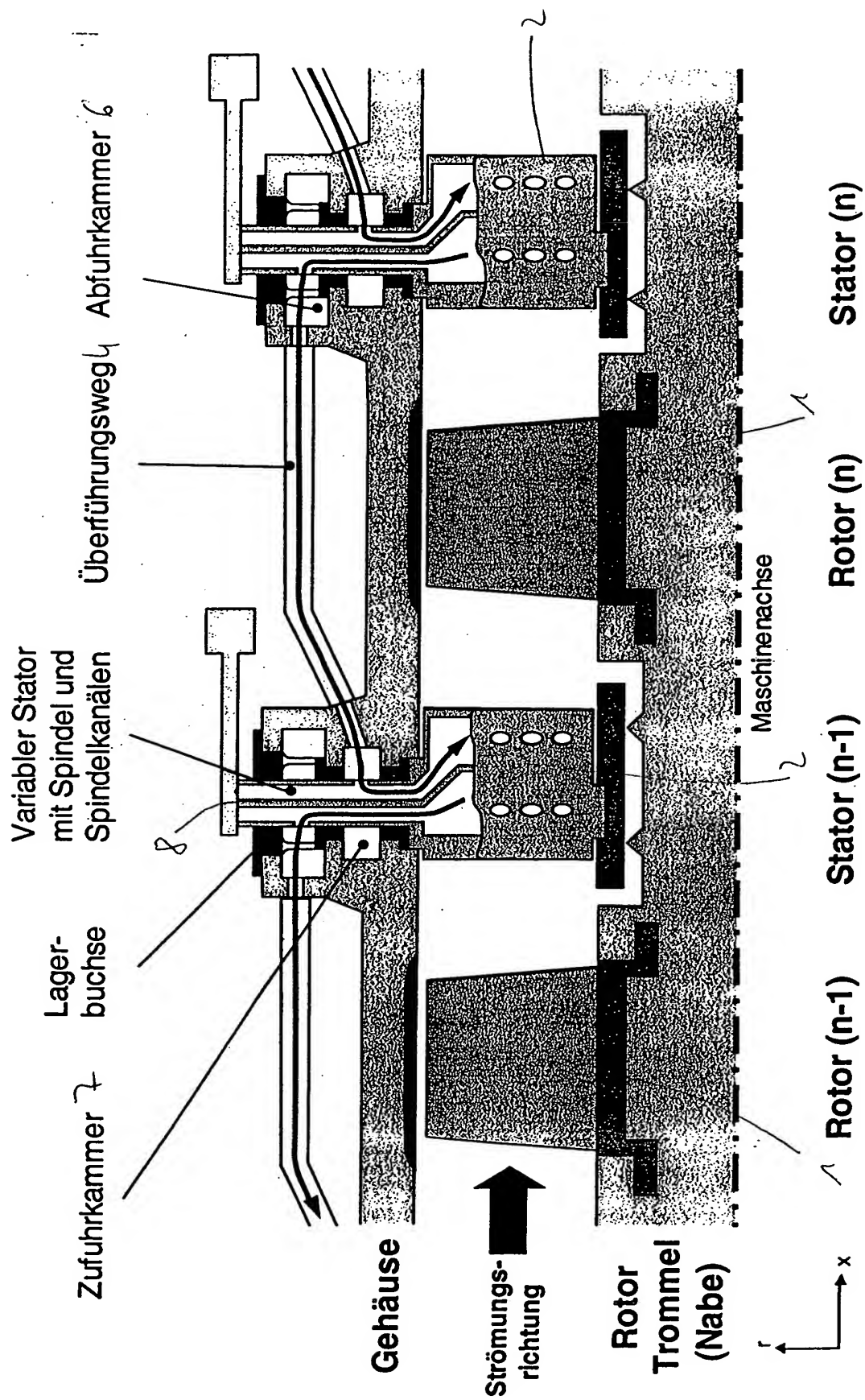


Fig. 6

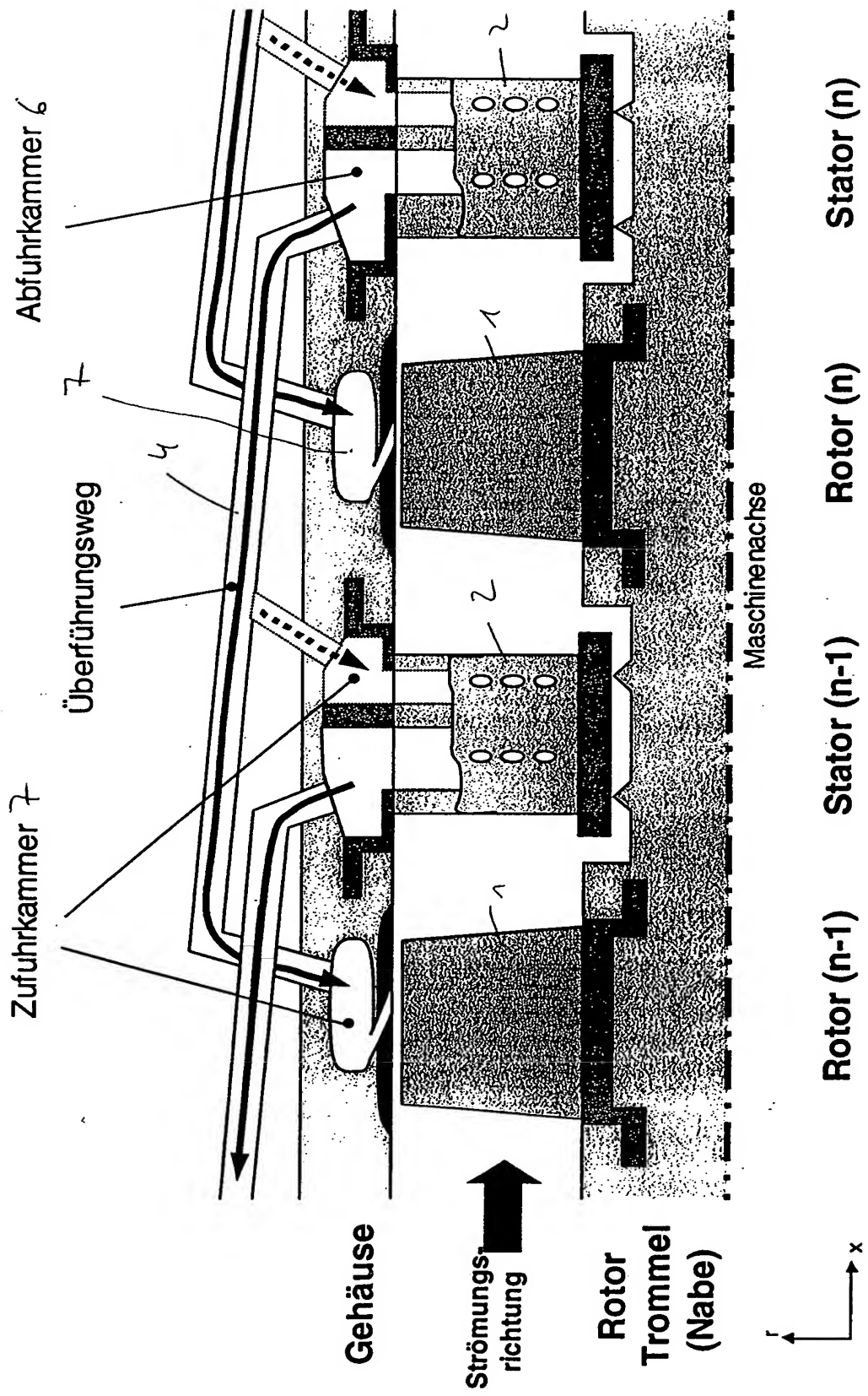


Fig. 7

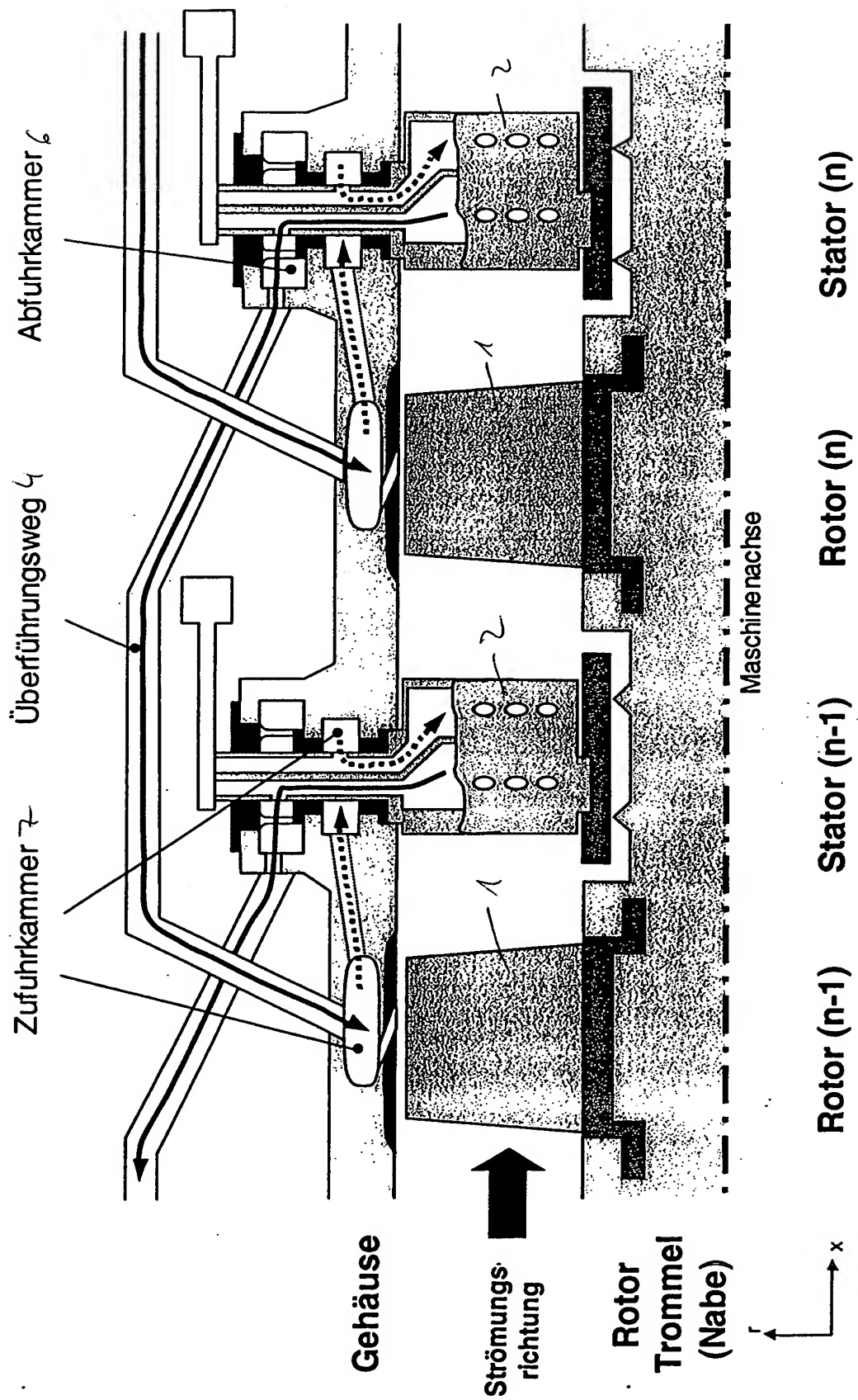


Fig. 8